

PRIRODOSLOVNO MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK



Spongia officinalis L.

BIOLOGIJA, EKOLOGIJA I MOGUĆNOST UZGOJA

MENTOR: Doc.dr.sc. Petar Kružić

Marita Mušić

Zagreb, 17.07.2014.

SADRŽAJ:

BIOLOGIJA.....	4
<hr/>	
Opća strukturalna i funkcionalna obilježja.....	4
Filogenija.....	4
Taksonomija.....	5
Akviferni sustav spužava.....	5
Vanjski izgled.....	6
Fiziologija.....	7
Pokretljivost i podražljivost.....	7
Živčani sustav.....	8
Mišićna funkcija.....	8
Histologija.....	8
Prehrana i probava.....	9
Funkcija ekskrecije.....	10
Disanje.....	10
Regeneracija.....	10
Skelet i red Keratosa.....	11
Razmnožavanje i embrionalni razvoj.....	12
EKOLOGIJA.....	13
<hr/>	
Rasprostranjenost.....	13
Biološki značaj i suživot s drugim organizmima.....	14

KOMERCIJALNO ISKORIŠTAVANJE, MOGUĆNOST UZGOJA I ZAŠTITA SPUŽVE.....	16
Komercijalni značaj i upotreba.....	16
Ugroženost.....	19
Indikatori zagađenja / pročišćivači mora.....	21
Mogućnost uzgoja.....	22
Kako zaštititi?.....	23
ZAKLJUČAK.....	24
LITERATURA.....	25

BIOLOGIJA:

OPĆA STRUKTURALNA I FUNKCIONALNA OBILJEŽJA:

Spužve su asimetrični ili radijalno simetrični Metazoa sa celularnim stupnjem građe koje spadaju u koljeno Porifera, spužve. Nemaju diferenciranih tkiva, organa i organskih sustava. Stanice se udružuju i stvaraju funkcionalne cjeline za obavljanje životnih funkcija, dakle stanice imaju visok stupanj autonomije. Priroda svih stanica je totipotentna. Nemaju usta ni nervnog sistema. Sesilni su organizmi, nepokretni u odraslom stadiju, žive pričvršćene za stijene, školjke ili druge objekte. Čvrstoću im daje unutarnji skelet građen od čvrstih elastičnih sponginskih vlakana.

Najjednostavnije su građene i funkcionalno oragnizirane mnogostanične životinje, pa ih neki svrstavaju u Parazoa (funkcionalni ustroj višestaničan, ali bez pravih tkiva). One su ipak cjeloviti organizmi što dokazuju funkcije kao što su rast, reakcije na uvjete u okolišu, koordinirana aktivnost bičastih stanica, kontrakcije oko oskuluma i dr., to su obilježja organizma, ne zadruženih organizama.

Obilježava ih akviferni sustav, tj. šupljikavo tijelo s unutranjim protokom vode, prožeto porama, kanalima i šupljinama, kroz koje slobodno prolazi voda. Na njihovim stjenkama nalaze se stanice hoanocite pomoću kojih filtriraju vodu i na taj se način hrane. Skupa sa žarnjacima spadaju u natkoljeno Radiata ili Coelenterata.

FILOGENIJA:

Pojavile su se već u pretkambrijskoj epohi, pred oko 730 milijuna godina, među prvim su životinjama na Zemlji. Strukturalno i funkcionalno može se primjetiti da su vrlo bliske i povezane s bičastim oblicima protista. Postoje dvije hipoteze o njihovom razvitku: razvoj iz praoblika bičastih protista, te razvoj iz slobodno plivajućih kolonijalnih hoanoflagelata. Veza između spužvi i hoanoflagelata jesu bičaste stanice sa okovratnikom. To bi značilo da su se zadruženi hoanoflagelati odvojili u najranijoj pretkambrijskoj kladogenezi od spužava i od cijelog rodoslovnog stabla metazoa, pa se

metazoa i hoanoflagelati smatraju sestrinskim granama u filogenezi. Danas se spužve smatraju najprimitivnijim višestaničnim životinjama.

TAKSONOMIJA:

Carstvo: životinje (Animalia)

Natkoljeno: Radiata (Coelenterata)

Koljeno: spužve (Porifera)

Razred: kremenorožnjače (Demospongiae)

Red: Dictyoceratida (Keratosa)

Porodica: Spongiidae

Podporodica: Sponginae

Rod: Spongia

Vrsta: *Spongia officinalis* Linnaeus, 1759.

AKVIFERNI SUSTAV SPUŽAVA:

Sve životne funkcije ovise im o strujanju vode kroz njihovo šupljikavo tijelo, a uzrokuje ga treperenje bičeva hoanocita, bičastih stanica na unutarnjim stjenkama bičastih komorica. Bičaste stanice imaju ulogu u prehrani spužve. Voda u tijelo spužve ulazi kroz brojne ostije- dermalne pore, a izlazi kroz jedan veliki otvor, oskulum. Ostije se nalaze na stanicama porocitama na epidermi spužve.

Spongia officinalis po odvedenosti građe tijela i akvifernog sustava spada pod leukonoidne spužve. Model strujanja vode u leukonoidnih spužava: dermalna pora- ulazni kanal- prosopila- bičasta komorica- apopila- izlazni kanal- oskulum.

Voda u spužvu ulazi preko dermalne pore, prolazi kroz ulazni kanal i prosopilu (posebna vrsta porocita) ulazi u bičastu komoricu, koja je ispunjena hoanocitama, te tu dolazi do filtracije vode, zatim preko apopila (druga posebna vrsta porocita) struji u sustav odvodnih cijevi- izlazni kanali, te u oskulum, i naposljetku van tijela spužve.

VANJSKI IZGLED:

Boja predstavlja sve prijelaze od crne do bijele. U uskoj je korelaciji sa količinom svjetla. One izložene danjem svjetlu u potpunosti su crne, dok su one u špiljskim sustavima bijele boje. Konzistencija im je vrlo elastična i žilava.

Na svojoj površini nekada gradi čunjaste izbočine 0,5 – 2 cm u visinu, koje se završavaju oskulumom. Prekrivena je finim pravilnim čunjićima, visine 0,2- 0,4 mm, međusobno udaljenima 1,5- 2 mm. Epiderma se lako odvaja i prilično je tanka, ima sjajan izgled, a izbušena je porama mikroskopske veličine. Oskulumi su nepravilno raspoređeni, nekad se može naći samo jedan veliki apikalni oskulum. Unutrašnjost je ispunjenama česticama boje rđe.

Često se spužva vanjskim izgledom prilagođava ostatku okoline, kamuflira se. Ovisno o lokaciji i obraštaju na podlozi na kojoj živi, možemo naći pijesak na epidermi, razne vrste mahovnjaka, algi, na tijelu spužve i kroz nju često znaju rasti koralji, pa ju je najčešće teško raspoznati od ostatka okoline.

Oblik također ovisi o lokalitetu na kojem je nađena, te o kojem se varijetetu *S. officinalis* radi. Najčešće je okruglasta i obla, ili malo spljoštena, ali može biti i grbava. Varijetet „slonovo uho“ je oblika duboke vaze ili slonovog uha, po kojem je i dobila naziv, dok levantinski i turski varijetet nalikuju plitkoj zdjelici. Oblikom se također prilagođava podlozi i okolišnim uvjetima u kojima živi.

Veličina najčešće varira između 10- 20 cm u promjeru, ali može narasti i do 80 cm, dok slonovo uho često dostiže promjer od 70- 80 cm, najveći kod nas uhvaćeni primjerci su imali promjer i do 1m. Prirodna veličina spužava smanjuje se s godinama zbog pretjeranog izlova, te je unazad dvadesetak godina jako opala.



Slika 1. *Spongia officinalis* na koraligenskim stjenama.

FIZIOLOGIJA:

O fiziologiji i općenitom funkcioniranju spužava se zapravo jako malo zna, i postoje samo fragmentirana saznanja.

POKRETLJIVOST I PODRAŽLJIVOST:

Jedinke u odraslom stadiju su nepokretne, samo neke nisu pričvršćene za podlogu i kotrljaju se po morskom dnu zbog strujanja mora.

Ali mnoge demospongije mogu se kontrahirati, što omogućavaju slojevi fibroznih stanica u korteksu i uzduž glavnih kanala. Time reguliraju jačinu protoka struje vode kroz tijelo spužve. Osekula se zatvara pomoću sfinktera miocita, a promjer dermalnih pora miocitima, ili slojem citoplazme, koje se nazivaju dermalnim dijafragmama, a nalazimo ih kod porocita. Kontrakcije nastaju pri diranju, uznemiravanju, oštećivanju, ili vađenju iz vode. Osekule se zatvaraju pri izlaganju životinje zraku, osekom, pri prenošenju u manju količinu vode, nakon povrede, u nedostatku kisika, dodavanjem štetnih kemikalija vodi i izlaganju ekstremnim temperaturama. Dermalne pore reagiraju mnogo slabije od oskula, i zatvaraju se prvenstveno pri povredama. Sam mehanizam stezanja i opuštanja nije poznat.

ŽIVČANI SUSTAV:

Spužve nemaju osjetnih ni živčanih stanica, pa im tijelo slabo provodi podražaje, ili se uopće ne prenose, najviše na udaljenost 3-4 mm. Najosjetljiviji je rub osekula, on se steže, i to je direktna reakcija na podražaj.

U mezohilu postoje bipolarne i multipolarne stanice koje morfološki nalikuju živčanim stanicama. Ali istraživanja primanja podražaja, provođenja impulsa i reakcija na podražaje ukazuje ne ukazuje na viši stupanj ustroja živčanih aktivnosti.

MIŠIĆNA FUNKCIJA:

Spužve su sjedilačke životinje bez mišićnog sloja. Stanice koje se mogu kontrahirati su MIOCITI u mezohilu. Vretenastog su oblika, raspoređeni oko oskuluma, te mu svojim kontrakcijama određuju širinu.

HISTOLOGIJA:

Funkcionalno i po građi u spužvi postoje dva sloja stanica, vanjska jednoslojna pinakoderma i unutarnja, jednoslojna, bičasta hoanoderma. Između je mezohil, koji se sastoji od bjelančevinastog matriksa. Sadrži više vrsta diferenciranih i nediferenciranih stanica i skeletne tvorbe. Kada mezenhim ima mnogo mezogleje i relativno malo slobodnih stanica, amebocita, naziva se kolenhim, a kada ima više stanica parenhim.

Pinakoderma ima zaštitnu i integumentnu funkciju. Sadrži pinakocite, heksagonalne epidermalne pločaste stanice, te porocite, stanice na kojima se nalaze dermalne pore-ostije, kojima je perforirana cijela površina spužve. Kod leukonoidnih spužava dermalne pore se sastoje od više stanica.

Mezohil je središnji želatinozni matriks, sa skeletnim i pokretnim ameboidnim stanicama- amebocitama. Čini većinu mase spužve. Svaka vrsta spužve ima nekoliko vrsta amebocita. Međusobno ne surađuju, razlikuju se po veličini, tipovima pseudopodija, te po svojoj funkciji na:

1. SKLEROBLASTI (Grade skelet spužvi. Dije se na: kalkoblaste, silikoblaste i SPONGOBLASTE- tvorba fibrilarnih kolagena, SPONGIN);
2. ARHEOCITI (Totipotentne, neizdiferencirane, ameboidne stanice. Jedini su izvor embrionalnih stanica, te imaju bitnu ulogu u probavi hrane, transportu tvari u

tijelu spužve, lučenju probavnih enzima, razvoju nespolnih pupova- gemula. Imaju velike debele pseudopodije, velike jezgre i citoplazmatske inkluzije);

3. KROMOCITI (Imaju pseudopodije često granulirane i ispunjene pigmentnim zrnima, daju boju spužvi, najčešće sadrže karotenoide);
4. MIOCITI (stezanje pojedinih dijelova tijela spužve),
5. KOLENOCITI (tip amebocita sa razgrađenim pseudopodijima, mogu biti udruženi u sincicijalne grupacije);
6. „ŽIVČANE STANICE“
7. DEZMOCITI (fibrilarne stanice koje susrećemo u korteksu, a okružuju unutrašnje kanale i vrlo su česte kod demospongia);
8. TEZOCITI i TROFOCITI (amebociti sa rezervnim tvarima, ulaga u razvoju jajnih stanica);
9. LOFOCITI.

Unutranji sloj, hoanoderma, sastoji se od bičastih stanica, hoanocita. Čine funkcionalnu osnovu akvifernog sustava. Skupljaju hranjive čestice (filtriranjem) iz vode koja struji kroz BIČASTE KOMORICE te imaju glavnu ulogu u prehrani spužve.

PREHRANA I PROBAVA:

U hranidbenim lancima *S. Officinalis*, kao i druge spužve, spada pod sakupljača filtratora. Skuplja žive i nežive organske čestice suspendirane u vodi. Tu spada organski detritus, sitni zooplanktonski i fitoplanktonski organizmi, bakterije, protisti i čestice detritusa. Uzimanje hrane je proučavano ali nije do kraja razjašnjeno. Dodavane su razne boje, mlijeko, škrobna zrnca i bakterije u vodu u kojoj se nalazi spužva. Zatim su rezane u pojedinim vremenskim razmacima, da se vidi gdje, kojim putem i koliko brzo tvari prolaze kroz tijelo spužve. Danas se način funkcioniranja proučava ubacivanjem radioaktivnih tvari, te praćenjem njihova puta kroz tijelo spužve.

Ono što se zna je da hrana dolazi do hoanocita, koje su s jedne strane pričvršćene za mezohil, a s drugo imaju bič s okovratnikom, kod *S. officinalis* strše u šupljinu bičaste komorice. Njihovo treperenje osigurava struju vode, te zadržavaju i filtriraju sitne čestice iz vode. Fagocitiraju čestice zaustavljene na okovratniku. Probava, koja je intracelularna, započinje stvaranjem probavnog mjehurića/ vakule, koja je u početku kisela, a kasnije lužnata. Hrana koju hoanociti ne probave, odlazi u mezohil, gdje ga

amebociti raznose po čitavom tijelu, a višak se može pohraniti u posebnim amebocitama- tesocitama i trofocitama. Osim fagocitoze, spužva može pinocitirati otopljene proteine, ti procesi vezani su za područja unutar okovratnika hoanocita. Neprobavljeni ostatci se izbacuju i struja vode ih izbacuje van tijela spužvi.

EKSKRECIJA:

Amoniotelične su životinje, ali postoje i tragovi mokraćne kiseline i mokraćevine. Produkti metabolizma skupljaju se kao posebna ekskretorna zrnca u amebocitima.

DISANJE:

Disanje je obično aerobiotsko, i ako ih se drži u vodi sa smanjenom količinom kisika ili im se dermalne pore začepi muljem, ugibaju.

REGENERACIJA:

Spužve imaju veliku sposobnost regeneracije, upravo ta njena svojstva proučavao je prvi hrvatski spongiolog, Grgur Bučić sa Hvara već u 19. st. Eksperimentirao je na *S. officinalis*, te je potvrdio svojim istraživanjima da se spužva regenerira, uspio ju je uzgojiti do prodajne veličine za 7 godina.

Bolji rezultati postigli su se kasnije u Floridi, Srednjoj Americi i Japanu, gdje narastu za 3- 4 godine.

Postoji još načina izazivanja regeneracije spužava: spužva se zdrobi, protisne kroz sito u posudu s morskom vodom, nakon 18 h dobiju se agregati stanica vidljivi prostim okom, a nakon 48 h i veće nakupine. Stvara se nova spužva, agreriranjem stanica.

Spužvu se može i iskidati na dva komada, jedan veći, drugi manji, komadiće staviti u staklenu posudu, prekriti je gazom i uroniti u more. Time se postiže da su komadići spužve u stalnom i direktnom doticaju s morskom vodom, pa je opskrbljenost dijelova spužve hranom i kisikom bila normalna. Nakon 25 dana, u veličini spužve su se vidjele male promjene, ali ipak se mogao zamijetiti rast, a i samo to što je bila na životu je znak da se i dalje razvijala.

SKELET I RED KERATOSA:

Spongia officinalis spada pod grupu spužava Keratosa, to su spužve samo sa rožnatim skeletom, koji je u mehaničkom pogledu mnogo savršeniji od mineralnog.

Sponginski skelet Keratosa formira se drugačije od mineralnog skeleta ostalih spužava. Stanice, koje luče sponginska vlakna, spongoblasti, stvaraju ih u međustničnim prostorima mezenhima, a to je suprotno lučenju skeleta drugih spužava koje mineralne spikule formiraju u nutrini stanice.

Njihov skelet sastoji se od isprepletene mreže vlakana žućkaste do smeđe boje smještene u mezenhimu. Ta vlakna su vrlo fina i fleksibilna, izrađena od spongina, koji je po kemijskom sastavu SKLEROPROTEIN, sličan svili. Spongin je sumporni spoj u proteinu i nije lužnat, kemijski je inertan i rezistentan na enzime, koji razgrađuju proteine. Često sadrži dosta visok sadržaj JODA (do 14%).

Skelet se sastoji od dugih vlakana sa brojnim ograncima, koji se na krajevima granaju. Mnoga vlakna čine mrežaste skupine u kojima se razabiru primarna i sekundarna vlakna. Primarna imaju po dužini promjer nepravilne veličine, 125- 175 mikrona promjer. Na njima se vidi slojevitost spongina. Boja primarnih vlakana je tamnija, sekundarna vlakna su oko 5 puta tanja, 25- 35 mikrona promjer. Na njima nema slojeva spongina, i svijetlije su boje. Vlakna Keratosa možemo vidjeti uvijek obložena neprekidnim omotačem od sitnih stanica, spongoblasta. Građa vlakana je specifičnog izgleda. Sastoji se od fine granulirane jezgre i vanjskog omotača na kojem se nazire slojevitost spongina, što dolazi od postepenog dodavanja spongina. Na presjeku vlakna vidi se u sredini neka vrsta jezgre vlakna oko koje su složeni svjetliji koncentrični krugovi slojeva spongina. Unutar ove strukture nađen je i sadržaj INKLUZIJA različita projekla: spikule drugih spužava, ljuštore Radiolaria i drugih praživotinja, zrnca pijeska, diatomeje, čestice nekih drugih materijala različitog porijekla...

RAZMNOŽAVANJE I EMBRIONALNI RAZVOJ:

Kod spužava postoji više načina spolnog i nespolnog razmnožavanja.

NESPOLNO RAZMNOŽAVANJE:

Spužve stvaraju redukcijiska tijela. Razvijaju se u nepovoljnim uvjetima, tijelo spužve smanji se na loptastu nakupinu svih tipova stanica obavijenih epidermalnim staničjem. U povoljnim uvjetima iz njega se razvije nova spužva.

Regeneracija, o kojoj je već bilo govora također spada pod nespolno razmnožavanje.

Pupanje, na istoj spužvi razvija se nova jedinka, koja se ne odvaja, takva spužva sa više jedinki može se razlikovati po tome što ima više osekula. Najčešće se smatra spužvu s jednim oskulumom jednom individuumom, a sa više- kolonijom više individua.

SPOLNO RAZMNOŽAVANJE:

Spužve su većinom hermafroditi, ali u različito vrijeme stvaraju jaja i spermije-protoginija ili protandrija. Spermiji nastaju diferencijacijom hoanocita, a jajne stanice hoanocita ili arheocita. Oocita se razvija unutar ciste okružena slojem folikularnih i hranjivih stanica- trofocita. Mejoza započinje nakon što oocita sakupi dovoljno rezervnih tvari, hraneći se trofocitima.

Zreli spermiji i jajne stanice preko akviferanog sustava se oslobađaju u okolnu vodu. Ispuštaju se masovno i brzo kroz okulum, pa podsjeća na kuljanje dima iz dimnjaka, „smoking sponges“. Oplođnja se odvija u slobodnoj vodi. Brazdanje oplođene jajne stanice je totalno i ekvalno, te se razvija planktonska ličinka.

Ličinka se naziva parenhimula. Građena je tako da su stanice sa bičevima su površini, a ispod je sloj sličan mezohilu ispunjen matriksom i stanicama. Ličinke plivaju jedan do dva dana, a zatim se prednjim dijelom tijela pričvrste za podlogu. Tada bičaste stanice migriraju u nutrinu, a nebičaste na površinu gdje izgrađuju pokrovni sloj, te se razvija nova jedinka spužve.

EKOLOGIJA:

RASPROSTRANJENOST:

Spongia officinalis rasprostranjena je na području cijelog Sredozemnog mora, ali je na različitim mjestima prisutna sa različitim varijetetima i različitom gustoćom populacija. Rasprostranjene su i po cijelom Jadranu, od Umaga do Pelješca. Iznad Umaga ih ima jako malo, a ispod Pelješca more je dublje, pa im je gustoća manja, jer im ne pogoduje tolika dubina.

Od varijeteta u Jadranskom moru uobičajena i načešća je *S. officinalis L. ssp. adriatica Schmidt*, okruglasta je i obla, te rasprostranjena u cijelom Jadranu. Na području Kvarnera rasprostranjena je endemska podvrsta *S. officinalis L. ssp. quarnerensis Schmidt*. Zatim su česti i varijeteti, levantinska i turska spužva koje imaju oblik zdjelice, prva je veoma mekana i fina, najskuplja je i najcijenjenija spužva za umivanje, dok je smeđa turska mnogo tvrđa, te se koristi za grubo čišćenje. Važan varijetet je i „*slonovo uho*“, jako je žilava, pa je prikladna za pokrivanje i tapeciranje. Stari Rimljani su ovom spužvom iznutra oblagali kacige i oklope. Slonova uha najčešće rastu na ravnim pješčanim dnima ili na podvodnim brijegovima, gdje su jače struje, tamo tvore neku vrstu „polja“. Na području na kojem rastu može ih se naći mnogo, jedinke su dosta blizu jedne drugima, dok ih u okolini nema. Jedna velika, od oko 70tak cm promjera, i više manjih, oko 20tak cm, mogu se naći na svakih pet do deset metara kvadratnih, što je dosta velika gustoća s obzirom na njihovu veličinu. Takva polja poznata su u Medulinu, Hvaru, na Unijama, kraj otoka Mrežnja sa vanjske strane Dugog otoka, ali dosta ih je devastirano pretjeranim izlovom.

Rasprostranjena je od plićaka, od 1m pa sve do 100m, ali najbogatije populacije su između 5 i 60 m. Često dublje jedinke znaju biti veće.

Nastanjuju ogoljene površine plićaka obalnog područja sa jako malo drugih organizama, traže područja gdje su jače morske struje. Naseljavaju i livade Posidonije, gdje su duboko sakrivene u morskoj travi. Zatim koraligenske biocenoze, gdje su u potpunosti bijele,

drugačije strukture i postaju dio koraligena, jer kroz i na njihovom tijelu rastu brojni drugi organizmi. Zatim nastanjuju i područja na pučini udaljena od obale, uzobalne podvodne sisteme do 100 m- na podvodnim brjegovima, brakovima, i vrhovima, te na mjestima gdje se morsko dno stepenasto uzdiže ili spušta- vjerojatno jer se planktonske ličinke tu zaustave dok ih nose morske struje i razviju se u odraslu jedinku.

Nema je u područjima gdje dolazi do prejakog udaranja mora i jakih struja, izbjegava blizinu slatkih voda, te gole hridinaste položaje. Najgušće su naseljene uz obale zapadne Istre, te u području srednjedalmatinskih otoka: Lošinj, Silba, Olib, Ist, Susak, Unije, Ugljan, Krk, Molat, ...

BIOLOŠKI ZNAČAJ I SUŽIVOT S DRUGIM ORGANIZMIMA:

Spongia officinalis zasigurno ima jako velik značaj u morskim biocenozama, prvenstveno zbog svoje velike biomase. Brojnim oragnizmima služi kao dom i skrovište, drugi pak oragnizmi sraštaju sa morskom spužvom, te sudjeluje u izgradnji koraligenskih „stijena“. Njen značaj za sveukupan život u moru može se bolje shvatiti pregledom nekih od organizama koji na bilo koji način ovise o ovoj vrsti.

Organizmi u suživotu i ovisnosti o *S. officinalis*:

1. Koljeno Porifera (spužve)- često druge vrste spužava rastu na *S.officinalis*;
2. Koljeno Cnidaria (žarnjaci)

Razred- Anthozoa- koralji rastu na ili kroz tijelo spužve, a nekad *S. officinalis* kao podlogu ima samo koralj;

3. Koljeno Nemertea (vrpčari)- najčešći i najbrojniji organizmi u tijelu spužve, rijetke su lokacije na kojima se u spužvi ne nalaze vrpčari. Tijelo spužve vjerojatno koriste kao zaklon, a u svakom primjerku može se naći barem desetak, a i puno više jedinki vrpčara.
4. Koljeno Molusca (mekušci)

Razred Gastropoda (puževi)

Razred Bivalvia (školjkaši)- odnos ovih skupina ovisi o lokalitetu. Na nekim područjima *Arca noae* može se naći na svakoj jedinki spužve.

5. Potkoljeno Crustacea (rakovi)-također jako brojni i jako česti u spužvama, koriste ih kao zaklon od predatora.

Razred Malacostaca

Red Decapoda (deseteronošci)

Podred Brachyura (kratkorepci)

Podred Anomura (srednjerepci)

Red Amphipoda (rakušci)

6. Koljeno Annelida (kolutićavci)

Razred Polychaeta (mnogočetinaši)- *Serpulidae i Sabelae*

7. Koljeno Bryozoa / Ectoprocta (mahovnjaci): *Pentapora fascialis*, *Cellaria sp.*, *Reteporella sp.*; ovisno o području jako često obraštaju površinu spužve i u potpunosti joj se oblikom prilagode;

8. Koljeno Echinodermata (bodljikaši)

Razred Asteroidea (zvjezdace)- također jako česti organizmi koji tijelo spužve koriste kao zaštitu;

Razred Ophiuroidea (zmijače)- najčešće su: *Ophioderma longicauda*, *Ophiura ophiura*, *Ophiotrix fragilis*;

Razred Crinoidea (stapčari): *Antedon mediterranea* (sredozemna dlakavica) se može pronaći na površini spužve.



Slika 2. Suživot *S. officinalis* s drugim organizmima.

KOMERCIJALNO ISKORIŠTAVANJE, MOGUĆNOST UZGOJA I ZAŠTITA SPUŽVE:

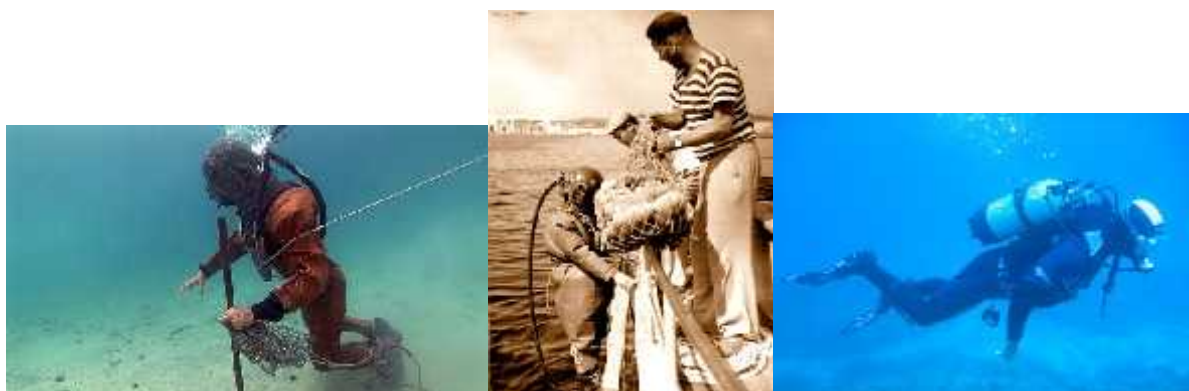
KOMERCIJALNI ZNAČAJ I UPOTREBA:

Spužvarstvo je od staroga vijeka unosan posao, najprije se razvilo na egejskim otocima, tada su se ronionci spuštali i do 30 m dubine, te su poznate i iz mikenske kulture oko 1900 godine prije nove ere. U Ilijadi i Odiseji spominje se da se spužve upotrebljavaju za čišćenje zidova i stolova. Tek kasnije su se počele koristiti u kupaonici za pranje i umivanje lica. U starom vijeku su se upotrebljavale po Sredozemlju u higijenske svrhe. Ali je u srednjem vijeku izgubila svoj značaj, te se koristila samo u medicinske i crkvene svrhe. Čak 600 godina prije otkrića joda upotrebljavale su se samljevene kao lijek protiv guše (1 gram suhe spužve sadrži u sebi joda koliko i 130 L morske vode). Imala je široku upotrebu u kućanstvu, medicini, za njegu lica i tijela, kontracepciju, podstave za vojničke oklope, filtri za pročišćavanje voda, za nanošenje boja, finu obradu keramike, porculana, drva i kože.

Na hrvatskoj obali obrt spužvarenja počeo je krajem 17. Stoljeća, na otoku Krapnju. Jadranska spužva je jako kvalitetna i cijena. Iako je spužvarstvo započelo u šibenskom arhipelagu, tamo nikada nije bilo bogatih populacija spužava. Nekad se lovila na dah, ostima, ili skafanderima, čak je bilo i pokušaja lova kočama, a danas ronionci koriste autonomni ronilački aparat, koji je puno jednostavniji i praktičniji za korištenje, te omogućava puno veći ulov od prijašnjih metoda.

U moru postoji nekoliko tisuća vrsta spužava, no samo je nekih desetak varijeteta od koristi za čovjeka. Zato je za spužvama uvijek vladala velika potražnja. Do danas ljudi nisu uspjeli napraviti tako dobru imitaciju prirodne morske spužve sa svim njenim dobrim i poželjnim osobinama- oblikom, finoćom, osobito mekoćom. Potražnja je jako velika, a izvori jako ograničeni, da je lov na spužve još uvijek jako unosan. Nekada je prijetila ozbiljna opasnost da će neograničeno branje uništiti lov na spužve, no kada su sredinom prošloga stoljeća pronašli područja gdje dobro uspijevaju vrste komercijalno važnih spužava (Bahamski otoci, Florida, Grčka), opasnost se donekle smanjila, a razvoj tehnike ili umjetnog uzgoja spužava omogućio je znatno veći prihod. Interes za morskom spužvom malo je opao od izuma umjetne spužve, ipak sve što se ulovi redovito se i skupo prodava.

Spužva za pranje, u potpunosti prerađena, samo je kostur spužve. Kad se obradom odstrane svi mekani dijelovi, ostaje samo sponginski skelet. Lako upija i u sebi zadržava puno vode, i to više što su nježnija i elastičnija vlakanca. Spužva sadrži oko 30 puta više vode od svoje težine.



Slika 3. Ronjenje nekad, sa teškom ronilačkom opremom, i sada, pomoću autonomnog ronilačkog aparata.

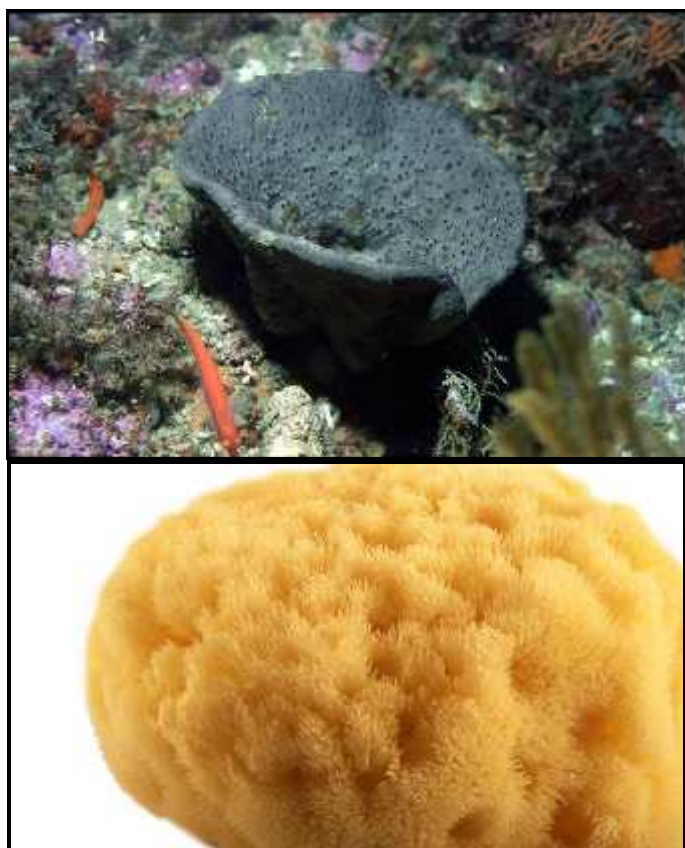
NAČIN PRERADE:

Spužve se danas love, kao što je već rečeno, pomoću autonomnog ronilačkog aparata, čupa se ručno, sprema u mrežaste vreće- sakove, te iznosi na površinu. Kad se izvadi iz mora, crna kožica epiderme već je rastrgana i lako se skida, a da se sasvim odstrani i uz nju i brojni crvi, zvijezde, zvjezdače, koralji, alge, druge spužve, školjkice, rakovi, pijesak koji se u njoj nalaze, mora se gaziti nogama.

Gaze se nekoliko puta i ostavljaju topiti preko noći u morskoj vodi. Stavljaju se u mokru vreću, te tako se mogu transportirati oko mjesec dana. Zatim se suše na suncu nekoliko dana.

To je prva faza čišćenja, takva spužva je polupreradena, i kao takva sirovina može se prodavati.

U drugoj fazi prerade dobivamo potpuno prerađenu, žutu, mekanu nježnu spužvu spremnu za upotrebu, očišćenu od svih stranih čestica i organizama, te se spužve kemijski izbjeljuju.



Slika 4. Živa morska spužva u svom prirodnom okolišu (gore) i prerađena spužva spremna za upotrebu (dolje).

UGROŽENOST:

U Dalmaciji je unazad 7- 8 godina došlo do velike devastacije morske spužve. Nestanak populacija prvo je zamijećen u srednjem dijelu Jadrana, nakon čega je ekološka katastrofa zamijećena i u ostalim dijelovima naše obale. U Istri, iznad Medulina već godinama nema spužava, te u okolici Ploča, na Pelješcu, Pašmanu, u šibenskom arhipelagu, oko Čiova, Zadra pa sve do Biševa i Visa.

Zaraza se širi jako brzo, a znanstvenici još nisu sigurni što uzrokuje nepoznatu bolest, ali budući da su spužve jako osjetljive na promjene u svojoj okolini i žive u simbiozi sa mnogim drugim organizmima, bilo kakva promjena u okolišu mogla bi dovesti do ovakvog stanja. Postoji mogućnost da je uzrok bakterijska ili virusna infekcija, možda čak i porast temperature. Spužve su indikatori čistoće mora, pa bi uzrok mogli tražiti i u zagađenju mora. Neki podatci govore da su prvo nestale na nalazištima ispred velikih gradova i turističkih područja.

Do ovakvih slučajeva dolazilo je i ranije u povijesti, ali uništene populacije spužava bi se same obnovile nakon 4 do 5 godina.

Po nekim znanstvenim radovima, gljivice i bakterije mogu uzrokovati uginuće i bolest spužvi. Takva istraživanja su komplicirana jer spužve sadrže jako puno mikroorganizama i teško je izolirati i istražiti potencijalnog uzročnika bolesti. Dokazano je da bakterija može izazvati ovakve posljedice kod *S. officinalis*, te kod još nekih vrsta spužvi. U znanstvenom radu iz 1987. dokazano je da su široko rasprostranjene populacije nestale zbog invazije bakterija koje su napale i razarale sponginska vlakna, što se moglo vidjeti elektronskim mikroskopom.

Bolesnu spužvu se može prepoznati po nedostatku vanjske crne i sjajne epiderme, na zaraženim dijelovima spužva je ogoljena, smeđe boje, i na dodir mekana, lako se raspada, dok je zdrava spužva na dodir jako žilava i elastična. Zaraza se širi sa jednog dijela spužve sve dok je cijelu ne uništi. Tako se golim okom može zamijetiti napredak zaraze.

Uz to spužva u Jadranu je ugrožena i zbog pretjeranog izlova spužvarstvom. Jer napretkom tehnologije i razvojem autonomne ronilačke opreme unazad pedesetak

godina, spužvari mogu izvaditi sve više i više spužava. Resursi su mali, a potražnja velika, te se vade sve manje i manje spužve, što itekako ugrožava njihove populacije u moru.

Spužvarstvom su najugroženije spužve koraligena, jer su srasle sa krhkim koraligenskim strukturama nalik stijenama, stoga kad ih se čupa, iščupa se ih se u potpunosti s korijenom, te se populacija smanjuje jer se nemaju iz čega regenerirati (npr. upravo takvo stanje vlada na cijeloj vanjskoj srani Dugog otoka).

U plićim vodama je situacija bez obzira na jednako agresivan izlov nešto bolja, jer tu spužva zbog dinamičnosti pliće vode ima jače „korijenje“, i drži se za čvršću podlogu, pa uvijek barem jedan mali dio nakon čupanja ostaje, i iz njega se do iduće godine stigne regenerirati, time brojnost populacije ostaje više- manje ista.

U Hrvatskoj se spužvarstvom bavi dvadesetak ekipa, najviše ih je tradicionalno sa otoka Krapnja, ali postoje i ekipe sa drugih otoka, Hvara, Brača, te u Istri. Sezona lova traje od 5. do 11. mjeseca, što daje spužvi dovoljno vremena da se zimi obnovi, ali problem nastaje jer nema nikakvih zakonskih uredbi i kontrole nad ovim zanatom. Nikad se nije istražio utjecaj lova na populacije lovnog područja. A posljedice spužvarstva su vidljive na nekim mjestima smanjenjem brojnosti populacije, na drugim čak i potpunim nestankom, a na svim lokacijama drastičnim smanjenjem veličine jedinki. Problem predstavlja i samo tržište koje potiče ovakav trend, manje spužve su cjenjenije i lakše za obradu, te ih spužvari ne ostavljaju da se razviju u odraslu jedinku.



Slika 5. Zdrave (gore) i „bolesne“ *S. officinalis* (dolje).

INDIKATORI ZAGAĐENJA / PROČIŠĆIVAČI MORA:

Spužve su već odavno poznate kao indikatori zagađenja mora, budući su jako osjetljive na bilo kakve promjene u svojoj okolini. U zadnje vrijeme rade se brojna istraživanja na *S. officinalis*, kemijskim spojevima koje sadrži i njihovom utjecaju na životinje, proučavaju se bakterije i mikroorganizmi koje sadrži, te njen rast, razvoj i općenita svojstva, kako bi je se moglo pokušati umjetno uzgojiti, te na taj način smanjiti eksploataciju prirodnih populacija, ili obnovu istih.

Jedno takvo istraživanje bavilo se bakterijama koje se mogu povezati sa *S. officinalis* kao pokazatelji kontaminacije. Bakterije i gljivice izolirane su iz komercijalne spužve *S. officinalis*. Uzorci, spužva i morska voda, su uzeti iz mora, sa različitih lokacija- plaža, luka, područja sa jakim strujama, otvorenog mora, dakle sa područja sa različitim stupnjem kontaminacije. Neke od identificiranih bakterija u ekstraktu spužve su: *Escherichia*, *Morganella*, *Proteus*, *Pasteurella*, *Aeromonas*, *Pseudomonas* i *Acinetobacter*, te su nađene dvije grupe gljivica: *Trichosporum* i *Fisarium*. Koncentracija bakterija bila je veća u spužvama nego u morskoj vodi, što pokazuje sposobnost spužve da koncentrira

bakterije u svom tijelu. Ovo istraživanje pokazuje da je tako moguće pomoću bakterija povezanih sa spužvama odrediti da li je neko područje zagađeno ili ne.

Također su rađene studije na *S. Officinalis* varijetet *adriatica*, vezano za njeno filtriranje, gdje je ustanovljeno u laboratorijskim uvjetima da spužva ima visoku učinkovitost pri uklanjanju bakterija. Uzeti su uzorci morske vode iz okoliša u kojem živi spužva. Koncentracija bakterija jako opada u prisutnosti spužve, već nakon 2 h nakon početka eksperimenta. Pokazano je i da spužva prvo profiltrira veće bakterije, i tek kad one nestanu, jede i manje bakterije. Ovime je predloženo da bi ova spužva mogla biti pogodna vrsta za prirodan oporavak morskih staništa.

MOGUĆNOST UZGOJA:

Budući da je količina prirodnih izvora spužava jako mala s obzirom na potražnju, i jer je ugrožena što prirodnim procesima, što izlovom i posrednim djelovanjem ljudi, ljudi su već odavno pokušali na umjetan način uzgojiti spužavu.

Počeci umjetnog uzgoja spužve utrti su već u 19. St kada je već spomenuti Grgur Bučić sa Hvara eksperimentirao na *S. officinalis*, da bi svoja otkrića primjenio u ekonomsko-privrednom smislu. Izrezao bi spužvu na komadiće veličine 1 cm³, utisnuo ih u drveni kalup, i spustio ga na morsko dno, na 5- 7 m dubine. Dijelovi spužve izrasli bi u novu spužvu, ali nekima je trebalo čak i do 7 godina, pa se ekonomski nije isplatilo, i istraživanja su obustavljena.

Jedno od novijih takvih istraživanja radi se i na Sjevernoj obali Italije. Radi se o uzgoju i praćenju rasta *S. officinalis* na dvije različite varijante kulture suspendirane na užadi uronjenoj u morsku vodu:

HORIZONTALNI SISTEM, uže je položeno blizu morskog dna, i VERTIKALNI SISTEM, uže je postavljeno usporedno sa stupcem vode. Istraživanje se vodilo od 1997 do 2000. g. Divlji primjerci spužve uzeti su iz prirode, isječeni na komade različite težine da se testiraju moguće razlike u rastu i preživljavanju jedinki različite težine. Tokom studije oba sistema su bile izložena istim ekološkim faktorima, i međusobno, a i onima u prirodi. Generalno, stopa rasta nije bitno varirala između dva sistema, niti su primjećene statističke razlike u rastu između različitih veličina iskidanih spužava, tj njihove početne

težine. Mada su veći komadi (mokri težine oko 50 g) postizali komercijalnu veličinu za oko tri godine, te su se pokazali kao najpogodniji za potrebe uzgoja. Na kraju istraživanja stopa preživljavanja bila je oko 75 %, s tim da je najviše uginulih bilo u prvoj godini uzgoja.

Još jedno istraživanje je rađeno u Italiji zadnjih godina, s ciljem da se *S. officinalis* pokuša transplantirati na područja s kojih su nestale, da se populacije tih spužvi vrate i obnove. Sva istraživanja rađena su na talijanskoj obali, te su sve transplantirane jedinke preživjele, stopa preživljavanja u 12 mjeseci studije bila je 100 %. Dakle, ovo bi moglo biti jedno od mogućih rješenja za oporavak populacija spužvi, te njihovo ponovno naseljavanje na područja s kojih su nestale.

Iako istraživanja i pokušaji umjetnog uzgoja pokazuju da spužvi treba 3 do 7 godina da naraste do komercijalne veličine, spužvarska praksa pokazuje drugačije. Od malene spužve veličine čepa do komercijalne veličine od 10, 15, 20 cm dovoljno joj je godinu dana, a u povoljnim uvjetima, ljeti kada je more toplo čak i samo nekoliko mjeseci. Možda uvjeti u kojima ljudi pokušavaju uzgojiti spužvu ipak ne mogu u potpunosti imitirati one u prirodi.

Novija istraživanja bave se proučavanjem djelatnih kemijskih tvari iz *S. officinalis*. Zbog nepostojanja lijekova za razne bolesti, počela su se raditi istraživanja za dobivanje novih djelatnih tvari iz prirodnih izvora, a budući da su more i njegovi stanovnici nedovoljno istraženi, postoji mogućnost otkrivanja novih lijekova iz morskih organizama. Tako su se istraživanja počela provoditi i na *S. officinalis*. Ustanovljeno je, prilikom pokusa na laboratorijskim miševima, da neki spojevi iz spužve na njih djeluju analgetički, te pokušavaju svoja saznanja primjeniti na liječenju epilepsije kod miševa.

KAKO ZAŠTITITI?

Uz već spomenute načine za oporavak ugroženih ili nestalih populacija spužava transplantacijom na lokacije sa kojih su nestale, te umjetan uzgoj kako bi se smanjila eksploatacija prirodnih resursa, a s njom i ugrožavanje morskih biocenoza, i organizama

u uskoj vezi sa *S. officinalis*, još važniji oblik zaštite i osiguravanje opstanka i bioraznolikosti *S. officinalis* bilo bi uređenje zakona o spužvarenju.

Zakonski bi se trebala ograničiti količina koja se godišnje smije izloviti. Zatim odrediti minimalnu veličinu jedinke koja se smije izvaditi, te nadgledati provođenje odredbi čestim kontrolama na moru.

Lovna područja bi se uz to trebala podijeliti na zone u kojima bi u različitim periodima bilo dopušteno vađenje spužvi, tako da populacije u zaštićenom području dobiju vremena potpuno se oporaviti prije ponovnog izlova. Ovime bi se osigurala uvijek zdrava i velika populacija u barem jednom dijelu mora, te da se iz godine u godinu uspiju prirodno obnoviti.

A u potpunosti bi se trebala zaštititi i zabraniti se ikakav izlov spužava na područjima od posebnog biološkog značaja, u kojima su spužve neizostavan dio biocenoze, jer u tim područjima spužvarstvom se ne uništavaju samo populacije spužava nego i ugrožava opstanak i brojnih drugih organizama, te cjelokupne zajednice (npr. već spomenuta vanjska strana Dugog otoka, jedan dio već jest zaštićen, park prirode Telašćica).

ZAKLJUČAK:

Spongia officinalis iznimno je bitan organizam u našem moru, jer pruža utočište brojnim organizmima, gradi i oblikuje okoliš, i uz to ima ekonomsku važnost. Stoga bi se njeno odumiranje i ugroženost radi onečišćenja, nepoznate bolesti i pretjeranog izlova trebalo što hitnije istražiti i pronaći načine na koje se njene populacije mogu obnoviti, i spriječiti daljnje odumiranje i nestanak.

Stanje populacija *S. officinalis* u našem moru sve je kritičnije. Postoje brojni načini na koji bi se mogao osigurati opstanak ove vrste, i to u biomasi u kojoj se i do sada prirodno nalazila u našem moru. Osim uređenja pravilnika o spužvarstvu, u tijeku su brojna istraživanja o mogućnosti ponovnog naseljavanja spužava na područja s kojih su nestale i o umjetnom uzgoju, koji bi omogućio nastavak spužvarstva i opstanak prirodnih populacija spužava. Iako su istraživanja već dokazala da se populacije spužava mogu obnoviti, svakako treba i dalje nastaviti raditi u tom smjeru, i osmisliti detaljan plan rješavanja ovog problema koji je zadesio *S. officinalis* zadnjih desetak godina.

LITERATURA:

1. Željko Kovač (1972) Spužve u skupine Keratosa u kanalima srednjeg Jadrana, s posebnim osvrtom na ekonomski važnu *S. officinalis* L.;

2. Efthimios Kefalas^a, Joanna Castritsi-Catharios^a, Helen Miliou^b (2011) Bacteria associated with the sponge *Spongia officinalis* as indicators of contamination.

(Department of Biology, Sector of Zoology and Marine Biology, National and Kapodistrian University of Athens, University Campus, Athens 157 84, Greece; Laboratory of Applied Hydrobiology, Faculty of Animal Production, Agricultural University of Athens, Lera Odos 75, Athens 11855, Greece)

3. Loredana Stabilia^{a, b}, Margherita Licciano^a, Adriana Giangrande^a, Caterina Longo^c, Maria Mercurio^c, Carlotta Nonnis Marzano^c, Giuseppe Corriero^c (2006) Filtering activity

of *spongia officinalis* var. *Adriatica* (schmidt) (porifera, demospongiae) on bacterioplankton: implications for bioremediation of polluted seawater;

(Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche e Ambientali, Università di Lecce, Via Prov.le Lecce-Monteroni – 73100 Lecce, Italy; Istituto per l'Ambiente Marino Costiero-Sezione di Taranto-CNR, via Roma, 3-74100 Taranto, Italy; Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 – 70125 Bari, Italy)

4. Golubić Vladimir (1969) Utjecaj svjetlosti na distribuciju vrsta porifera; morfološke i fiziološke osobine;

5. Lucija Šeparović (1972) Prilog poznavanju monaktinelidnih spužava jadranskog mora;

6. Šebek Šarlota (1971) Prilog poznavanju morfoloških osobina i sposobnosti regeneracije nekih porifera;

7. Habdija, Radanović, Špoljar, Kepčija, Vujčić- Karlo, Miliša, Ostojić, Sertić- Perić;
Protista- Protozoa, Metazoa- Invertebrata, Strukture funkcije;

8. Giuseppe Corriero^a, Caterina Longo^a, Maria Mercurio^a, Carlotta Nonnis Marzano^a, Giuseppe Lembo^b, Maria Teresa Spedicato^b (2003.) Rearing performance of *Spongia officinalis* on suspended ropes off the Southern Italian Coast (Central Mediterranean Sea)

(Dipartimento di Zoologia dell'Università, Università di Bari, via Orabona 4 - 70125-Bari, Italy; COISPA Tecnologia and Ricerca, Stazione Sperimentale per lo Studio delle Risorse del Mare, via dei Trulli, 18/20, 70045, Torre a Mare, Bari, Italy);

9. Afef Dellai¹, Hedi Ben Mansour^{2*}, Audrey Clary-Laroche³, Monia Deghrigue¹ and Abderrahman Bouraoui (2012.) Anticonvulsant and analgesic activities of crude extract and its fractions of the defensive secretion from the Mediterranean sponge, *Spongia officinalis*

12. J. CASTRITSI-CATHARIOS, H. MILIOU, K. KAPIRIS, E. KEFALAS (2011.) Recovery of the commercial sponges in the central and southeastern Aegean Sea (NE Mediterranean) after an outbreak of sponge disease

14. Rossella Baldaconi¹, Frine Cardone¹, Caterina Longo¹, Maria Mercurio¹, Carlotta Nonnis Marzano¹, Elda Gaino² & Giuseppe Corriero¹ (2009.) Transplantation of *Spongia officinalis* L. (Porifera, Demospongiae): a technical approach for restocking this endangered species;

(Dipartimento di Zoologia, Università ` degli Studi di Bari, Bari, Italy 2 Dipartimento di Biologia Cellulare e Ambientale, Università ` degli Studi di Perugia, Perugia, Italy);

15. Internet

16. Ostali izvori,...
